

放電電流による磁歪振動子の励振について

その他（別言語等） のタイトル	On the Method of Driving the Magnetostriction Vibrator with a Single Pulse Current
著者	二木 治郎, 秋山 稔
雑誌名	室蘭工業大学研究報告
巻	2
号	2
ページ	447-455
発行年	1956-12-20
URL	http://hdl.handle.net/10258/3081

放電電流による磁歪振動子の励振について

二 木 治 郎 秋 山 稠

On the Method of Driving the Magnetostriction Vibrator with a Single Pulse Current.

Jiro Futatsugi and Shigeshi Akiyama

Abstract

The present paper treats of the new method of driving the magnetostriction vibrator so as to generate the ultrasonic sound wave.

The wave forms of the vibration of transducers are detailed, and so is the relationship between them when the single pulse current is discharged through the energizing coil of the vibrator.

I 緒 言

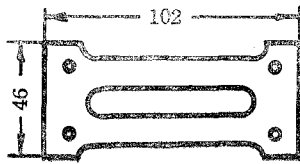
磁歪式測深機や魚探機では、大容量の蓄電器を直流高電圧で充電しておき、磁歪振動子の巻線を通じて電磁リレー又は放電管を用いて放電させ、その放電電流によつて振動子を励振させて振動子の固有周波数に近い超音波パルスを出す方式が用いられる。この方式においては放電電流によつて振動子を磁化し、磁化による磁歪励振力によつて振動子を励振するのであるが、この際流れる電流の最大値は数百 A に達し、振動子は磁氣的に著しく飽和する状態で動作し、現象が極端な非直線性をもつ過渡現象であるため、従来設計理論もなく、実験的に設計が行われている。

既に報告されている実験や解析¹ についても、それ等の結果は区々であるので、筆者等はこの現象を更に究明するため、特に充電電圧が 500V より低い場合について放電管を用いて放電させ、その時の放電電流波形、振動子そのものゝ機械的振動波形並びに受波器出力波形について詳細に観測撮影し、これらの間の関係について考察した結果、単一パルス電流によつて励振した場合の現象が明瞭となり、今後の設計と改善の指針を得ることが出来た。

1 菊地：コロナ社、磁歪振動と超音波。P.103
青柳：28年電気3学会
実吉：電通誌，Vol. 36，No. 1.

Ⅱ 実 験 概 要

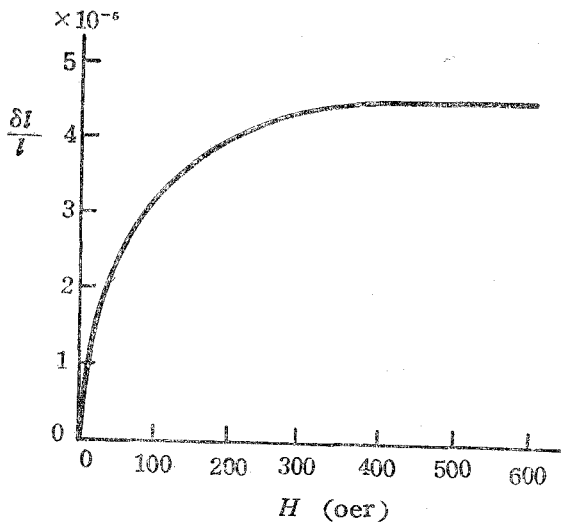
(1) 振 動 子 実験に用いた振動子は、第1図のようなNA型アルフェロ振動子を39mmに



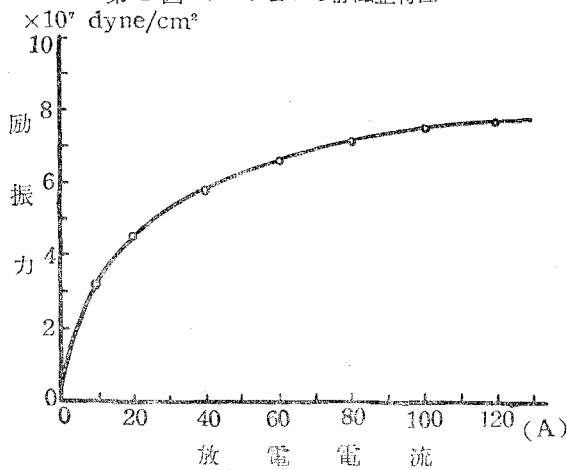
0.34mm厚

第1図 振 動 素 子

積層膠着したもので、固有周波数約16KCで、これに46回巻線を施したものである。その静磁歪特性は第2図の如く²で飽和静磁歪は凡そ 4×10^{-5} である。従つて飽和したときの磁歪励振力はアルフェロのヤング率を 1.7×10^{10} dyne/cm²として 6.8×10^7 dyne/cm²となる。励振力の大きさと放電電流の関係は第3図のようであり、凡そ100Aを越えると励振力はす



第2図 アルフェロの静磁歪特性



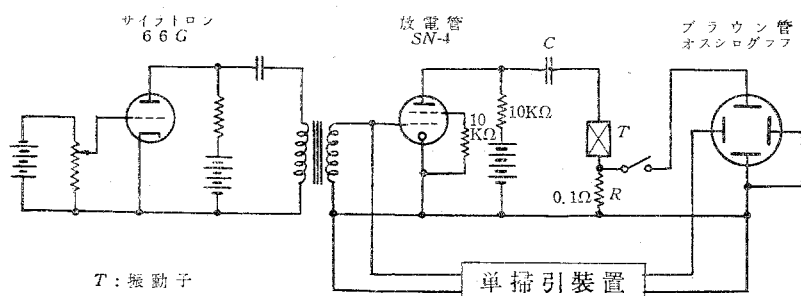
第3図 放電電流と磁歪励振力の関係

で飽和しており、振動子はこの力によつて励振されて振動を始める。

尙この振動子の振動と同じ波形を有する音波は媒質中を伝わり受波振動子に達する。受波振動子はその端面にこの音圧波を受けて振動を開始し、その巻線端子に磁歪逆効果によつて振動周波数と等しい周波数の起電力を生ずる。

(2) 実験装置 実験は室内において第4図に示す装置を用いて行つた図に於て放電管はシルバ=ア製SN-4を用い、充電用蓄電器Cとしては $2 \sim 32 \mu\text{F}$ 、充電電圧 E_B は $200 \sim 500\text{V}$ の範囲で実験を行つた。放電電流波形は振動子巻線に直列に入れた 0.1Ω の抵抗の端子電圧を観測した。振動子の振動波形はロッシェル塩ピックアップを用いて測定し、超音波出力は振動子と同じ構造の受波振動子で受けて観測した。

上記の観測はすべて単掃引ブラウン管によつて行つた。

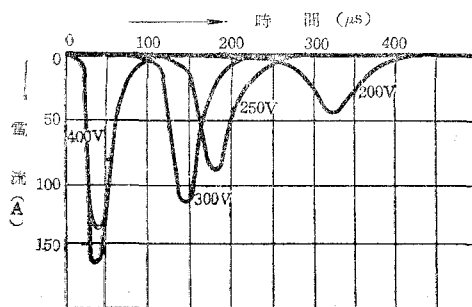
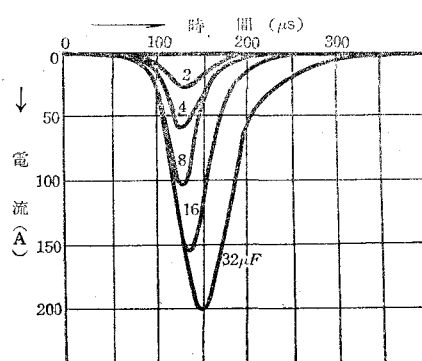


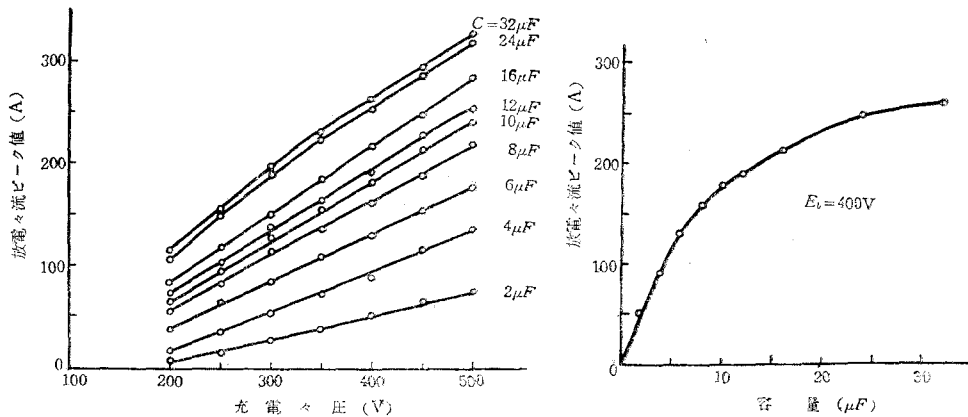
第4図 実験回路

Ⅲ 実験結果と考察

サイクロトロンで制御して、2~3秒毎に放電管を点弧し、振動子に放電電流を流して、電流波形と振動子の振動波形及び受波振動子出力波形を観測撮影した。

(1) 電流波形と励振力波形 放電電流波形は第5図の如く常に単一パルスの形を有し、その波形並びに大きさは容量を一定とすれば、充電電圧を低くするに従つてそのピーク値は小さくなると共に点弧グリッドの励振からピークに達するまでの時間が大になり (a図)、充電電圧を一定とすれば、容量を大にするにつれてピーク値までの時間は余り変らないが、電流のピーク値と共にパルスの中も広くなる。又これより放電電流の最大値と充電電圧並に容量の関係は第6図の如く求められ、容量を一定とすれば、放電電流のピーク値は充電電圧に比例して変化し、充電電圧を一定とすれば容量と共に増加するが、 $32\mu\text{F}$ 以上に於ては飽和するに至る。

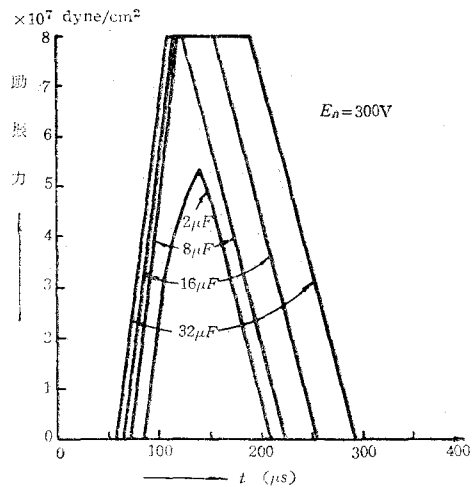
第5図 (a) 放電電流波形 ($C=8\mu\text{F}$ 一定)第5図 (b) 放電電流波形 ($E_b=300\text{V}$ 一定)



第6図 (a) 充電電圧と放電電流の関係

(b) 容量と放電電流の関係

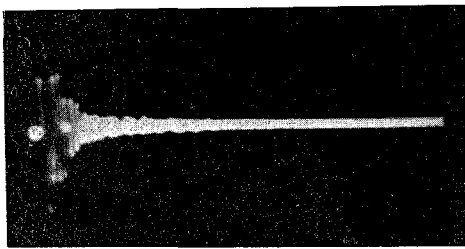
このような電流波形に応ずる磁歪励振力波形を求めれば第7図の如くであり、放電電流の値が120Aを越える場合に於ては殆んど梯形の飽和特性を示し、それ以下に於ては三角形になる。これらの底辺の長さは100~200 μ sであつてこれは凡そ10~5KCの周波数の1サイクルの時間に相当する。



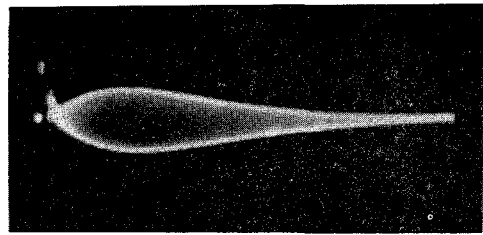
第7図 励振力波形

(2) 振動子振動波形と受波器出力

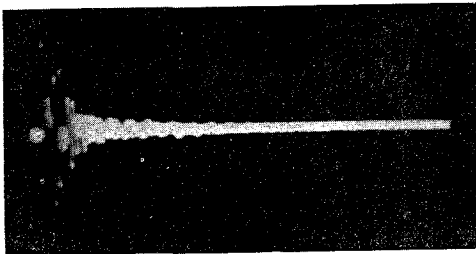
上記の如き磁歪励振力が働いたときの振動子の振動並びに、それによつて輻射された音圧波を受けたときの受波振動子の振動をオシログラムで示せば第8図の如くである。これを見れば振動子の振動は何れの場合に於ても第一波が最大振巾を有し、以下急激に減衰し凡そ3~4msの間持続するところの複雑な波形を有する減衰振動である。又受波器出力はゆるやかに立上り次第に振巾を増して最大値に達しやがて減衰してゆく振動である。



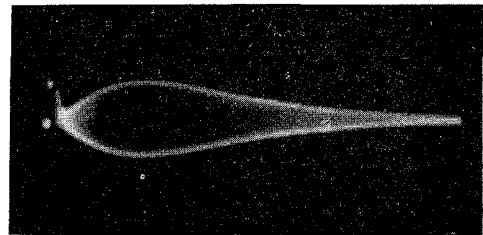
$C = 2\mu F$



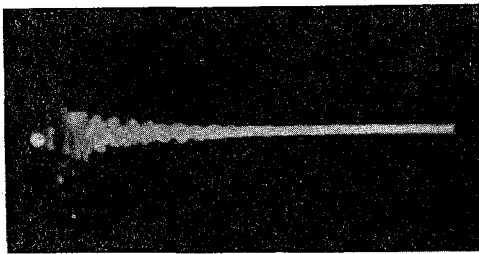
$C = 2\mu F$



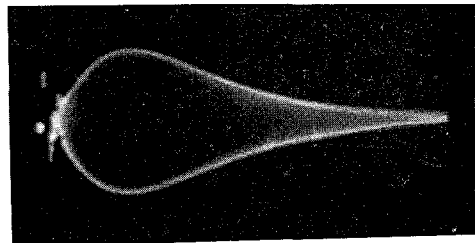
$8\mu F$



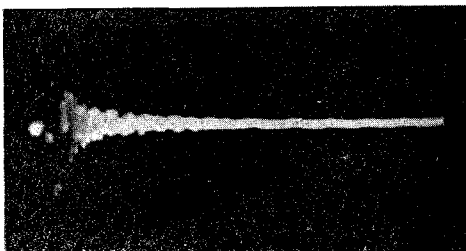
$8\mu F$



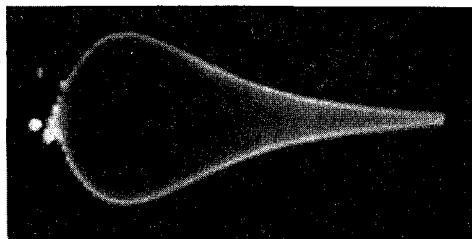
$16\mu F$



$16\mu F$



$32\mu F$

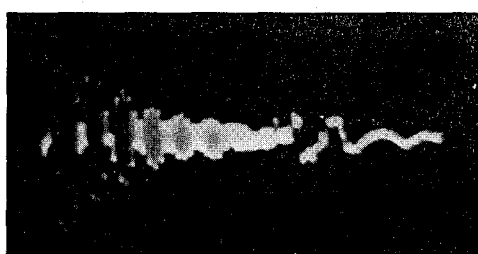
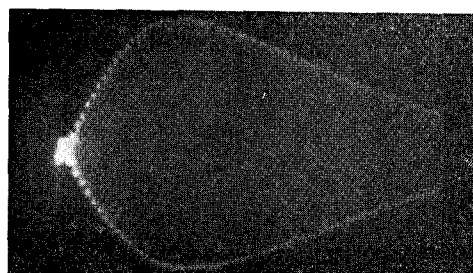
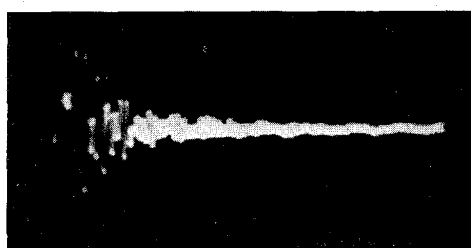


$32\mu F$

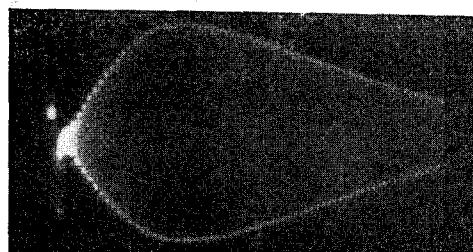


$f = 20\text{KC}$

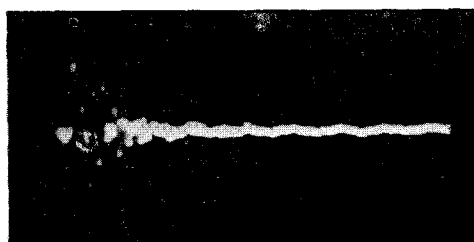
第 8 図 (1) 振動子振動波形(左)と受波器出力波形(右) $E_B = 300\text{V}$ 一定

 $E_R = 500V$  $E_R = 500V$ 

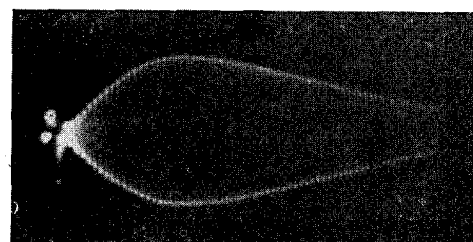
400V



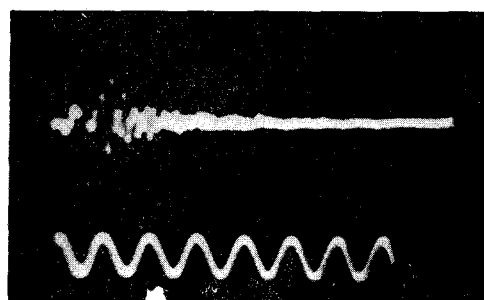
400V



300V

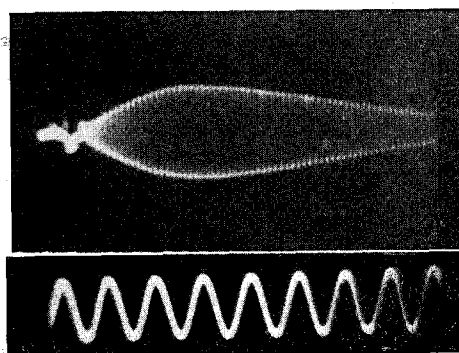


300V



200V

タイミング: 20KC



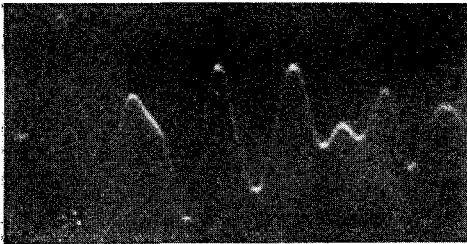
200V

タイミング: 20KC

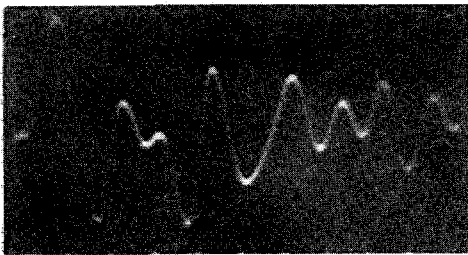
第 8 図 (2) 振動子振動波形(左)と受波器出力波形(右) $C = 8\mu F$ 一定



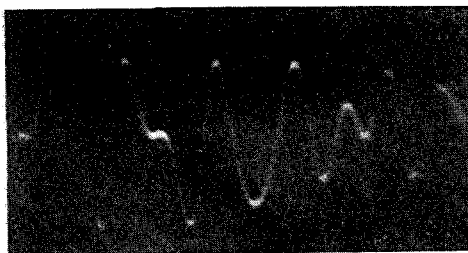
$C = 2\mu F$



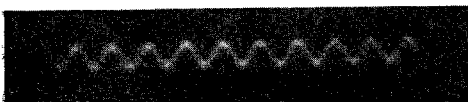
$4\mu F$



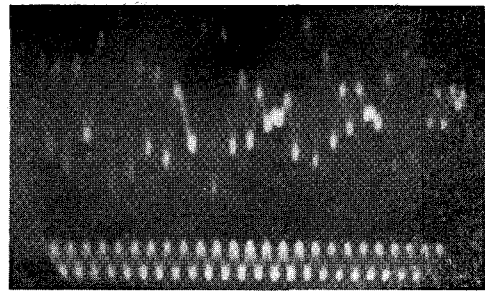
$16\mu F$



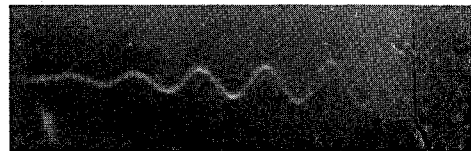
$32\mu F$



タイミング：20KC



タイミング：20KC

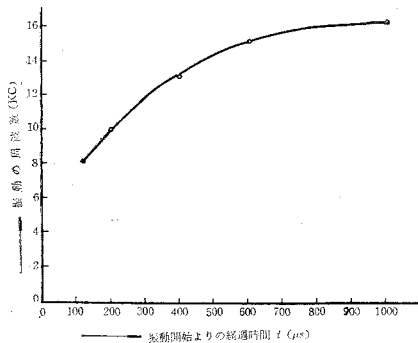


第11図 受波器振動のbuilt up

第9図 振動子の振動波頭(左)と振動波尾(右上) $E_B = 300V$ 一定

第9図は振動子の振巾の中波頭と波尾の部分のオッシログラムの一例である。これよりそれぞれの振動の各サイクルの周波数を求めると、容量が $2\sim 32\mu\text{F}$ の広範囲で変っているにも拘らず、それらの間には大きな相違がなく、第一サイクルに於ては約 $7\sim 8\text{KC}$ である。尚波形は容量を一定とすれば充電電圧によつて変化しない。

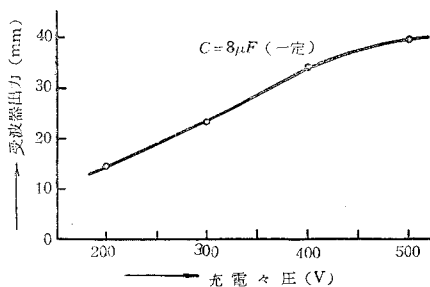
こゝで各サイクルの周波数の平均値を求めこれと振動の経過時間との関係を描けば、第10図の曲線の如く周波数は変化し、第一サイクルの約 7KC より時間と共に次第に上り、凡そ 1ms 後に於て振動子の固有周波数の 16KC 附近に達し以後はその周波数で振動を続けているこ



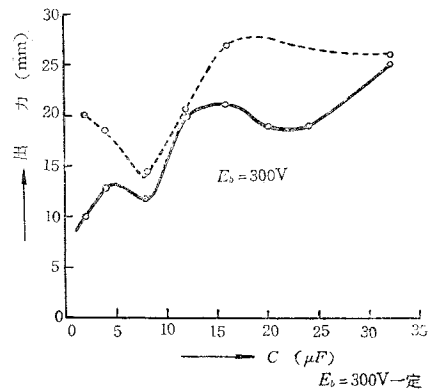
第10図 周波数の時間的变化

を変えた場合は $8\mu\text{F}$ 附近で曲線に谷を生じている。

さて送波器の振動と受波器出力との関係を見るに、前記の如く受波器固有周波数に対して、



第12図 (a) 充電電圧と受波器出力の関係



第12図 (b)

振動子の振動波頭に於ける周波数は簡単な関係にはないのでその振動振巾及び位相関係が、受波器出力の大きさに如何なる影響を及ぼしているかをうかがうことは出来ない。しかし振動開始後凡そ 1ms を過ぎると、その周波数は受波器固有周波数に全く近づくのでこのことより、

充電電圧が高い場合の如く最初の励振力が大きく、その結果振動の持続時間が長い場合には上記の受波器固有周波数に近い周波数を有し、且その振巾も割合大きな波尾の振動によつて受波器は比較的長い時間励振され、振動がよく built up されるものと思われる。

又充電電圧を一定として容量を変えた場合に $8\mu\text{F}$ 附近に谷が生ずることは、受波器の固有周波数と励振力の動作時間或いは振動子の振動振巾並びに周期からにわかに説明することは出来ない。

IV 結 論

現象が非常に複雑なために、最后的な結論を得るには更に電圧範囲を拡大し又他の場合につき実験を重ねなければならないが、本研究により知り得たことを列記すれば下記の如くである

- (1) 放電電流は単一パルス波形を有する。
- (2) 磁歪励振力は凡そ $100\sim 200\mu\text{s}$ 持続するところの梯形波又は三角波である。
- (3) 振動子の振動は第一波が振巾最大で以下急激に減衰し、凡そ $3\sim 4\text{ms}$ の間持続するところの複雑な波形を有する減衰振動である。その周波数は凡そ $7\sim 8\text{KC}$ より次第に上り振動開始より 1ms 位経過後 16KC に近づく。
- (4) 受波器の振動は、時間軸に関して対称な包絡線を有し、一定の周波数で次第に built up してゆく振動である。
- (5) 受波器出力は容量を一定とすれば充電電圧が高い程大きい。充電電圧を一定とすれば一般に容量が小さい時小さく、容量の最適値はなく、又容量の増大によつて低感度を補うことは出来ないようである。

終りに本研究に当り阪大青柳教授より貴重な論文を御送附載いた事に対し深く感謝する次第である。

附記

本研究は昭和30年度文部省科学研究助成金並びに北海道科学研究費補助金の交付を受けて行つたものの一部である。

(昭和31年4月30日受理)